

Условия и решения
Городской олимпиады по физике
от 19.04.2025
7 класс

1. В мерный сосуд с водой помещают два кубика, большой и маленький. Если большой кубик находится внизу, то маленький кубик, располагаясь на нём, погружается в воду наполовину (см. рис. 7.1а). Если же большой кубик находится сверху, то он оказывается погружен в воду на треть своего объёма (см. рис. 7.1б). Определите с помощью этих рисунков объёмы обоих кубиков. Стенки мерного сосуда вертикальны, количество воды в нём в обоих случаях одно и то же.

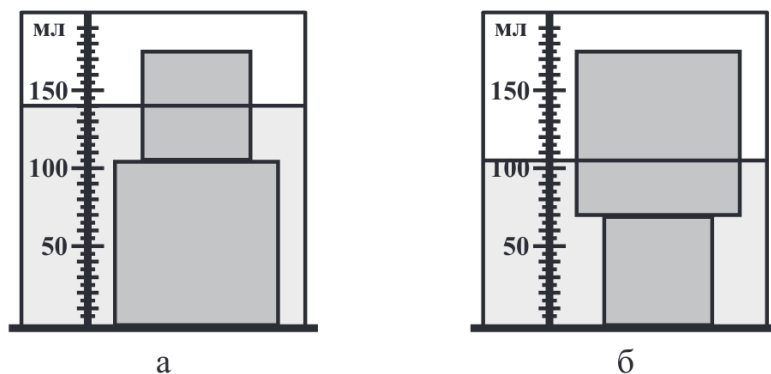


Рис. 7.1.

Решение: Сначала найдём отношение сторон большого и маленького кубиков. Для этого воспользуемся шкалой, нарисованной на сосуде. Высота маленького кубика соответствует 70 мл по мерной шкале, а высота большого кубика — 105 мл. Отсюда получаем, что длина стороны большого кубика в 1,5 раза больше длины стороны маленького.

Пусть a — длина ребра маленького кубика. Тогда его объём равен $V_1 = a^3$, а объём большого — $V_2 = (1,5a)^3 = 3,375a^3$. Суммарный объём, погруженный в воду на рис. 7.1а, составляет $V_2 + V_1/2 = 3,875a^3$. Во втором случае (рис. 7.1б) погруженный объём равен $V_1 + V_2/3 = 2,125a^3$. Так как разность между этими объёмами должна равняться 140 мл – 105 мл = 35 мл, получаем

$$3,875a^3 - 2,125a^3 = 35 \text{ мл}$$

$$1,75a^3 = 35 \text{ мл}$$

$$a^3 = \frac{35 \text{ мл}}{1,75} = 20 \text{ мл} = 20 \text{ см}^3$$

Исходя из этого, находим объёмы кубиков: $V_1 = a^3 = 20 \text{ см}^3$, $V_2 = 3,375a^3 = 67,5 \text{ см}^3$

Ответ: Объём маленького кубика равен 20 см³, объём большого — 67,5 см³

1	Найдено отношение сторон кубиков	2 б
2	Найдено отношение объёмов кубиков	2 б
3	Записано уравнение для разности погруженных объёмов	2 б
4	Найден объём маленького кубика	2 б
5	Найден объём большого кубика	2 б
	Всего	10б

2. Первую часть пути машина проехала со скоростью v , а вторую часть со скоростью $4v$. В результате всего движения средняя скорость машины оказалась равна $2v$. Во сколько раз вторая часть пути длиннее первой?

Решение

Пусть s_1 – первая часть пути, s_2 – вторая часть пути, тогда по определению средней скорости

$$V_{cp} = \frac{s_1 + s_2}{\frac{s_1}{v} + \frac{s_2}{4v}}$$

$$1 + \frac{s_2}{s_1} = 2 + \frac{s_2}{2s_1}$$

$$\frac{s_2}{s_1} = 2.$$

Ответ: 2

1	Выражение для средней скорости в общем виде	2 б
2	Выражение для времени движения машины на первой части пути	2 б
3	Выражение для времени движения машины на второй части пути	2 б
4	Верные математические преобразования	2 б
5	Получено верное числовое значение	2 б
	Всего	10б

3. Беговая дорожка имеет вид окружности длиной 2 км. На половине окружности можно бегать со скоростью не более 3 м/с, по второй половине не более 2 м/с. Два мальчика начинают забег на стыке этих дорог в разные стороны. Через какое минимальное время они встретятся?

Решение

Время движения одного мальчика t_1 , второго t_2

Условие встречи говорит о том, что $t_1=t_2$ и пусть оно будет равно t

Если бы по дорожке бежал один мальчик, то на полный круг он потратил бы время $2t$

$$2t = \frac{L}{2V_1} + \frac{L}{2V_2}$$

$$t = \frac{L}{4} \left(\frac{V_1 + V_2}{V_1 V_2} \right)$$

$$t \approx 417 \text{ с} \approx 7 \text{ мин.}$$

1	Выражение равенства времени движения каждого мальчика $t_1=t_2$	2 б
2	Выражение для времени движения на одной половине окружности	2 б
3	Выражение для времени движения на второй половине окружности	2 б
4	Выражение для времени движения обоих мальчиков	2 б
5	Получено верное числовое значение	2 б
	Всего	10б

4. Вася уронил в бассейн обрезок сосновой доски. Поднимая его с поверхности воды, он измерил силу, которая понадобилась для его извлечения из воды, и она составила 30 Н. Выдержит ли эта доска банку мастики массой 4,2 кг, не утонув? Плотность воды считать 1000 кг/м^3 , плотность сосны 400 кг/м^3 , $g=10 \text{ м/с}^2$.

Решение

Сила, которая понадобилась для извлечения доски из воды, равна силе тяжести, т.к. это производится с поверхности воды:

$$F_1 = Mg = \rho Vg, \text{ где } M - \text{масса доски, } \rho - \text{плотность сосны}$$

$$V = F_1 / \rho g = 0,0075 \text{ м}^3 - \text{объем доски.}$$

Чтобы ответить на вопрос задачи надо сравнить вес банки мастики с силой Архимеда F_A для полностью погруженной доски. Условие равновесия при полном погружении

$F_2 + mg = F_A = \rho_1 Vg$, где ρ_1 – плотность воды, а F_2 – сила, необходимая для полного погружения доски.

Учитывая, что $F_1 = mg$, получим

$$F_A = F_1 + F_2 = \rho_1 g * F_1 / \rho g = F_1 \rho_1 / \rho.$$

$$\text{Следовательно, } F_2 = F_1 \rho_1 / \rho - F_1 = F_1 (\rho_1 / \rho - 1) = 45 \text{ Н.}$$

Банка с мастикой давит на доску с силой $F_N = mg = 42 \text{ Н}$. Так как $F_N < F_2$, банка мастики не сможет утопить доску.

1	Записана формула для силы тяжести, действующей на доску	1 б
2	Записана формула для определения объема доски (или вычислен объем доски)	1 б
3	Записано условие равновесия при полном погружении	1 б
4	Записана формула для силы Архимеда	1 б
5	Получена формула для определения силы F_2 , вызывающей полное погружение	2 б
6	Рассчитана сила F_2 , вызывающая полное погружение	1 б
7	Сформулировано условие нахождения на плаву доски с банкой мастики	1 б
8	Обоснован верный ответ	2 б
	Всего	10б

5. Две одинаковые изогнутые трубки заполнены водой до одного уровня (см. рисунок). Но в одной из трубок оказался пузырек. Где больше давление: в точке А или В ? Объясните свой ответ.

Решение

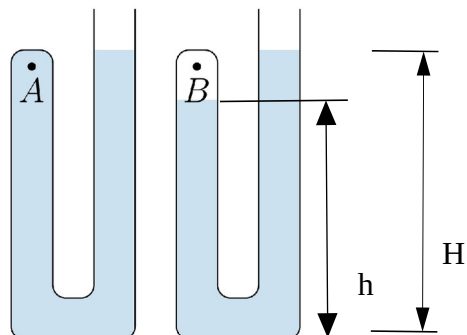
В точке В давление больше.

$$p_A = p_0$$

$$p_B = p_0 + \rho g H - \rho g h$$

$$p_B = p_0 + \rho g (H - h)$$

т. к. $H > h$, следовательно $p_B > p_A$



1	Дан верный ответ: в точке В давление больше	2 б
2	Указано равенство давлений $p_A = p_0$ для точки А	2 б
3	Используется формула давления жидкости $p = \rho g h$	2 б
4	Записано выражение для давления в т.В $p_B = p_0 + \rho g H - \rho g h$	2 б
5	Сделан вывод о связи высот $H > h$ с давлениями $p_B > p_A$	2 б
	Всего	10б